

Abstract

Coconut Lethal Yellowing has caused severe damage in coconut plantations in the Western and Central regions of Ghana, after totally destroying the coconut plantations at Cape Saint Paul, where it first occurred in 1932. Trapping of Homoptera, presumed to be vectors of this disease, revealed the existence of two dominant insect species in infected coconut plantations: *Myndus adiopodoumeensis* (Cixiidae), especially in the Central region, and *Nzinga palmivora* (Typhlocybinae), particularly in the Western region. The results of disease transmission trials in which large numbers of *M. adiopodoumeensis* were released into large cages containing coconut palms close to flowering are not yet very conclusive. The biology and host plants of *M. adiopodoumeensis* are being studied.

Résumé

Le jaunissement mortel a causé des dommages très préjudiciables aux plantations de cocotiers dans les régions Ouest et Centre, après avoir totalement détruit les cocoteraies à Cap Saint-Paul, les premières à avoir été touchées en 1932. Les piégeages des homoptères, présumés vecteurs de cette maladie, ont révélé l'existence de deux espèces d'insectes dominantes dans les plantations de cocotiers infectées : *Myndus adiopodoumeensis* (Cixiidae), spécialement dans la région centrale et *Nzinga palmivora* (Typhlocybinae), particulièrement dans la région Ouest. Les résultats des essais de transmission de la maladie, dans lesquels un nombre important de *M. adiopodoumeensis* a été lâché dans de grandes cages contenant des cocotiers proches de la floraison, ne sont pas encore probants. La biologie et les plantes hôtes de *M. adiopodoumeensis* sont analysées.

Resumen

El amarillamiento letal causó daños muy perjudiciales a las plantaciones de cocoteros en las regiones Oeste y Centro, después de haber destruido totalmente los cocotales en Cap Saint-Paul, que fueron los primeros afectados en 1932. El trapeo de los homópteros, supuestos vectores de esta enfermedad, revelaron la existencia de dos especies de insectos que dominan en las plantaciones de cocoteros infectadas: *Myndus adiopodoumeensis* (Cixiidae), especialmente en la región central y *Nzinga palmivora* (Typhlocybinae), particularmente en la región Oeste. Los resultados de los ensayos de transmisión de la enfermedad, en los cuales un fuerte número de *M. adiopodoumeensis* fue soltado en grandes jaulas que contienen cocoteros próximos a florecer, no resultan aún probantes. Se analizan la biología y las plantas hospederas de *M. adiopodoumeensis*.

Auchenorrhyncha (Homoptera), suspected vectors of Coconut Lethal Yellowing disease in Ghana*

Dery K. S.¹, Philippe R.², Mariau D.²

¹ Coconut Disease Project, PO Box 245, Sekondi, Ghana

² CIRAD-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

The coconut palm is the most important cash crop along the coastal belt of Ghana. Its cultivation, processing and marketing provide employment opportunities for the majority of the coastal rural population in the Western, Central and Volta Regions of Ghana.

In these communities, the coconut palm is considered as the «Tree of Life», as it provides food, drink, fuel, livestock feed, fibres and building materials. In most cases, it is the only source of steady income and it frequently has no viable substitute.

A lethal yellowing type disease, referred to locally as the Cape St. Paul Wilt Disease (CSPWD) has been observed in Ghana since 1932 and it has been spreading at an alarming rate since the late 1970s in the main three coconut producing regions of Ghana - firstly Volta, then Western and Central.

The disease has so far devastated an estimated 35,000 ha of coconut in the Western Region and about 2,000 ha in the Central Region and is still spreading. Taking into account that more than 80% of

Ghana's coconuts are produced by smallholders, sometimes in plots of 0.5 ha, as well as the number of women involved in processing and marketing, the number of households affected by the disease is in excess of 5,000.

Auchenorrhyncha (Homoptera) are a group of insects frequently reported to be vectors of diseases caused by mycoplasma-like organisms (MLO) (Wilson, 1987, 1988). Tymon *et al* (1993) showed that CSPWD was caused by an MLO. Howard *et al* (1983) demonstrated that Lethal Yellowing of coconut palms in Florida was transmitted by an Auchenorrhyncha - *Myndus crudus* Van Duzee (Homoptera: Cixiidae). In CSPWD outbreak areas, observations show a large number of members of this group, especially *Myndus adiopodoumeensis* (Homoptera: Cixiidae), *Nzinga palmivora* (Homoptera: Typhlocybinae), *Diostrombus* sp., *Kamendaka* sp., *Lydda* sp., *Phenice* sp. and *Malenia* sp., all from the Derbidae family (Homoptera). Julia (1982) also demonstrated that another species of Cixiidae, *Myndus taffini*, transmits the coconut foliar decay virus in Vanuatu.

The need to control CSPWD is thus very urgent. The work described here set out to identify the vector of CSPWD, studying its biology and ecology, and to develop a

*The content of this article was covered in a paper presented at the International workshop on Lethal Yellowing-Like Diseases of Coconut, held in Elmina (Central Region), Ghana, from 5th to November 1995.

control method. The difficulty faced was narrowing down the large numbers of species associated with the coconut palm to a reasonable number of probable vectors.

Material and methods

Monitoring of Homoptera populations

Birdlimed traps (blue, yellow and green) were hung in the crowns of palms of average height (8 to 9 m). The traps were inspected every fortnight, when all Auchenorrhyncha caught in the traps were collected, identified and counted. The study was carried out in the Central and Western regions of Ghana. In the Western Region two types of traps, blue and yellow, were used. Two plots, one healthy at Agona Junction, and the other diseased at Dixcove, were selected for the study.

At Ayensudu in the Central Region two different types of traps were set up: plywood panels (30 cm x 15 cm) painted yellow, and the same painted blue. The traps were made by coating the panels with birdlime. To prevent leaflets and other debris from sticking to the panels, they were covered with a wide mesh wire guard. The traps were then hoisted into the middle

R. Philippe

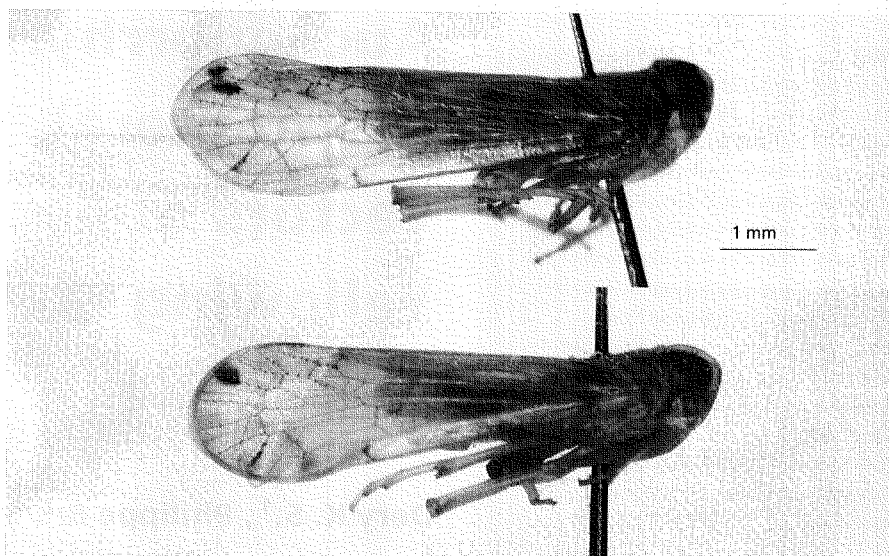


Photo 1. Adults of *Myndus adiopodoumeensis*. / Adultes de *Myndus adiopodoumeensis*.

of the crown by a rope, which was used for subsequent trap inspections.

Population fluctuations in *M. adiopodoumeensis* and other Homoptera

Trapping study

Two plots were selected: one in a CSPWD zone with about 20% infected palms, and one in a disease-free area. In each plot, three yellow traps were hung in three palms and the insects were counted every fortnight.

Adult counting study

Ten coconut palms were chosen in three plots: one with moderate infection (3% infection), one with the disease just beginning (1% infection) and one healthy plot (no infection). *M. adiopodoumeensis*

counts were carried out every fortnight on all the accessible fronds of the selected palms (photo 1).

M. adiopodoumeensis host plants

A metre square frame was placed at random on the ground in a field. All grasses within the square were dug up and grouped in boxes according to species. The stem bases and roots were then examined for *M. adiopodoumeensis* eggs and nymphs (photo 2). This was repeated every month throughout the year.

Variation in *M. adiopodoumeensis* population density in relation to foliage height

Five palms were selected in a diseased zone. A scaffold was erected on each palm to reach all the chosen fronds: the latest frond to open, a middle frond approxi-

Funding

The Project was launched in March 1992 with World Bank funding (Oil Palm Development Project - Phase II CR 1493 GH) and continued under the EU Science and Technology for Development Programme (STD3) (Contract TS3 CT92 - 0055).

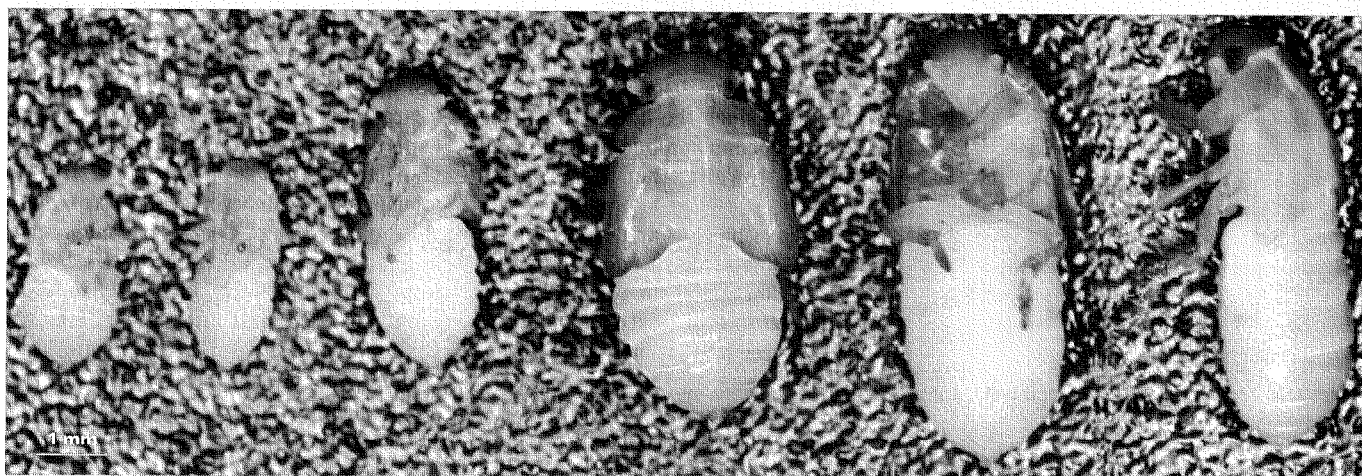


Photo 2. Nymphs of *Myndus adiopodoumeensis*. / Nymphes de *Myndus adiopodoumeensis*.

R. Philippe

mately frond 6) and the lowest frond. *M. adiopodoumeensis* populations were counted at 6:00 am, 12:00 noon and 6:00 pm on these fronds on three consecutive days. This was repeated in two different plots for nine days.

Optimum period for *M. adiopodoumeensis* egg-laying

In the host plant study, It was found that *Nzinga Panicum maximum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Paspalum scrobiculatum* and *Pennisetum polystachion* were the favoured host plants. Using these grasses, the optimum month for *M. adiopodoumeensis* egg-laying was studied. Each month, four tufts of each grass were dug up and placed in wooden cases; their roots and stem bases were then examined for *M. adiopodoumeensis* larvae. The number of grass stems and larvae was recorded.

Disease reproduction trial

Six large cages (6.5 m x 6.5 m x 7 m) were set up around six coconut palms near to flowering. The frames were made of angle irons and squared redwood timber (5 cm x 5 cm). The cover was made with strips of very fine Filtis netting, lashed down securely to withstand the wind. A door was made using a Velcro strip.

Inside each cage, manual weeding was carried out and an insecticide treatment applied by hot fogging. Insect releases began a month after treatment. Two young coconut palms aged one to two years were placed in each cage, along with four tufts of *Panicum maximum*. Four large cages were used for *Myndus* introductions and two for other Homoptera, primarily Derbidae.

In each cage, 1,000 to 2,000 adult insects were released in two to four rounds per

month. From June 1992 to October 1993, some 20,000 *Myndus* adults were released into each cage. The same goes for the other Homoptera.

Results and discussion

Monitoring of Homoptera populations

Table 1 shows the number of Auchenorrhyncha caught on blue traps at Dixcove and Agona Junction (Western Region). *Nzinga palmivora* was predominant. In general Auchenorrhyncha populations were low at the onset of the rainy period, April - May, very low in the mid rainy season and high at the beginning of the dry season. More Auchenorrhyncha were caught at Dixcove, a CSPWD infected plot, than in the disease-free plot at Agona Junction. However, trapping clearly but

paradoxically showed that *M. adiopodoumeensis* is almost nonexistent in the plot at Dixcove where the disease has already destroyed 90% of the coconut palms. This phenomenon is more or less universal in the Western Region, except for a plot where around ten individuals of the species were found.

At Ayensudu (Central Region), it was found that blue traps caught more *M. adiopodoumeensis* whilst yellow traps caught more of the other Homoptera, but the difference was not significant (table 2). Field observations showed that more Derbidae were collected on diseased palms (yellow fronds) and more *M. adiopodoumeensis* on healthy palms (table 3). This suggests either that *M. adiopodoumeensis* is attracted by the green colour of the fronds or that it leaves the yellow fronds whose physiological condition is no longer sufficient for it to feed on.

Homoptera populations in coconut plantations

The most abundant species of Homoptera in coconut plantations were determined by capture with a sweep net and by hand collection with test tubes:

Myndus adiopodoumeensis (Cixiidae)

Nzinga palmivora (Typhlocybinæ)

Diostrombus nitidus; *D. luteus*; *D. dilatatus* (Derbidae)

Kamendaka hargreavesi; *K. hyalina*; *K. elaeis*; *K. pseudalbomaculata* (Derbidae)

Patara sp.; *Proutista fritillaris* (Derbidae)

Lydda sp.; *L. hargreaves* (Derbidae)

Phenice stellulata; *Malenia aburiensis* (Derbidae)

Locris maculata (Cercopidae)

Clovina minuta; *Poophilus* sp. (Aphrophoridae)

Numicia sp. (Tropiduchidae)

Nisia sp.; *Meenoplus* sp. (Meenoplidae)

Hilda sp. (Tettigometridae)

Unidentified Ricaniidae, Achilidae and Typhlocybinæ (determinations by M. R. Wilson, National Museum of Wales, Cardiff and J. Bonfils, Hérault, France).

Table 1. Trapping with coloured birdlimed panels in Western Region. / Piégeages avec des plaquettes colorées adhésives, région Ouest.

Insects/Insectes	Number of insects/trap/month / Nombre d'insectes/piège/mois					
	Agona Junction			Dixcove		
	April to October 94 3 blue Avril à octobre 94 3 bleus	November 94/ Novembre 94		April to October 94 3 blue Avril à octobre 94 3 bleus	November 94/Novembre 94	
		3 blue 3 bleus	3 yellow 3 jaunes		3 blue 3 bleus	3 yellow 3 jaunes
<i>Myndus</i>	0	0	0	0	0	0
Typhlocybinæ	36.4	46.3	47.6	123.6	230.3	88.6
Derbidae	0.48	1.3	2.3	0.04	0.3	0
Other Homoptera Autres homoptères	0.4	1.0	4	0.70	0	2.3

Table 2. Homoptera captures with coloured birdlimed panels at Ayensudu (Central Region). / Captures d'homoptères avec plaquettes colorées adhésives à Ayensudu (région centrale).

Plots Parcelles	Average number of <i>Myndus</i> /trap/month Nombre moyen de <i>Myndus</i> /piège/mois		Average number of other Homoptera/month Nombre moyennes autres homoptères/mois	
	blue trap piège bleu	yellow trap piège jaune	yellow trap piège jaune	blue trap piège bleu
N° 12 (healthy/saine)	0.75	0.69	10.16	3.94
N° 1 (infected/infectée)	4.16	2.16	12.25	10.58
N° 2	2.19	1.76	5.25	6.9

Table 3. Homoptera counts on the fronds of diseased and healthy coconut palms. / Comptage des homoptères sur les palmes des cocotiers malades et sains.

	<i>Myndus</i>	Other Homoptera Autres homoptères
Diseased coconut palms, stage 1 Cocotiers malades, stade 1		
3 yellow fronds/ 3 palmes jaunes	10	25
3 green fronds/ 3 palmes vertes	12	26
Diseased coconut palms, stage 2 Cocotiers malades, stade 2		
3 yellow fronds/ 3 palmes jaunes	1	23
3 green fronds/ 3 palmes vertes	7	66
Healthy coconut palms Cocotiers sains		
3 green fronds/ 3 palmes vertes	13	35

Population fluctuations in *M. adiopodoumeensis* and other Homoptera

Trapping study

Figures 1 and 2 show the population variations for this species and other

Homoptera over a period of one year. In an as yet healthy plot at Ayensudu (Central Region), the mean number of *Myndus* per trap per month (0.54) was a third of that in an infected plot (1.84), whereas the

opposite was true for the other Homoptera, of which 1.3 times more were found in a healthy plot: 11.74 as opposed to 8.81 in an infected plot. This backs up the suspicion that *M. adiopodoumeensis* is the disease vector.

Figure 1 reveals two «slack» periods with low *M. adiopodoumeensis* population levels in each of the plots observed: one in February-March (dry season) and the other in July-October (short rainy season).

Other Homoptera populations fluctuated in a different way: population levels fell in both the healthy and infested plots from January onwards. They increased again from September (figure 2).

Adult counting study

At the start of gradation of the disease, *M. adiopodoumeensis* population levels were higher in infected plots than in plots that were still healthy. They then fell significantly in infected plots as the number of diseased and dead coconut palms rose, eventually fluctuating at around the same

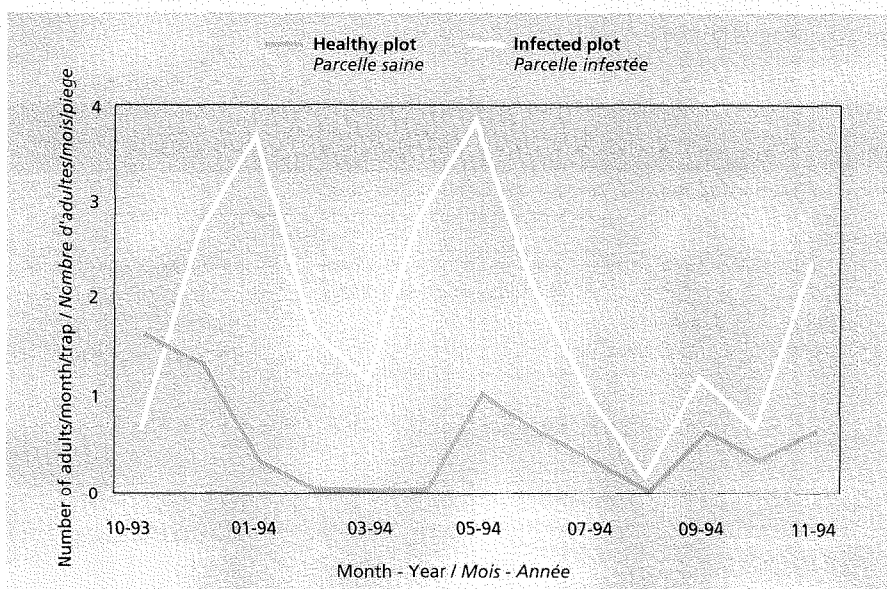


Figure 1. *Myndus adiopodoumeensis* populations fluctuations at Ayensudu (Ghana). Fluctuations des populations de *Myndus adiopodoumeensis* à Ayensudu (Ghana).

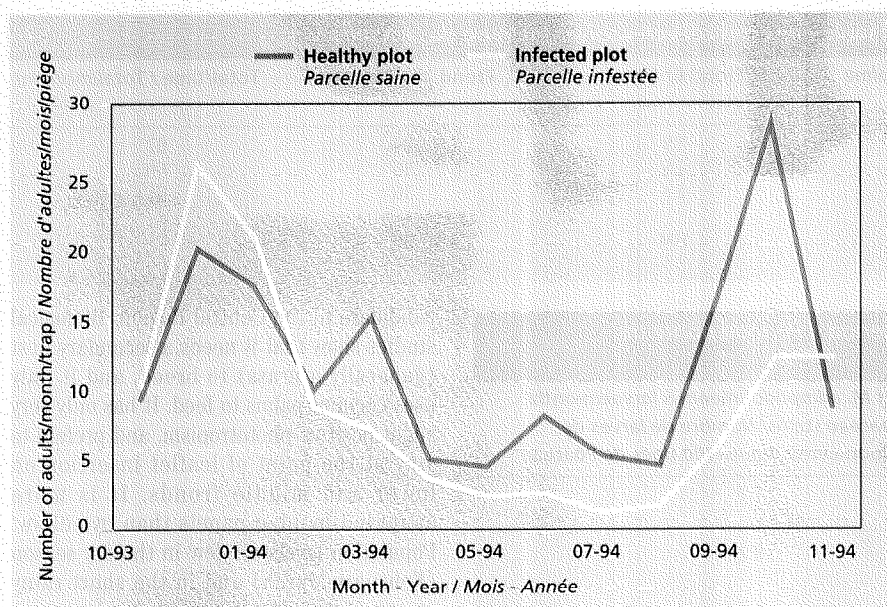


Figure 2. Other Homoptera population fluctuations at Ayensudu (Ghana). / Fluctuations des populations d'autres homoptères à Ayensudu (Ghana).

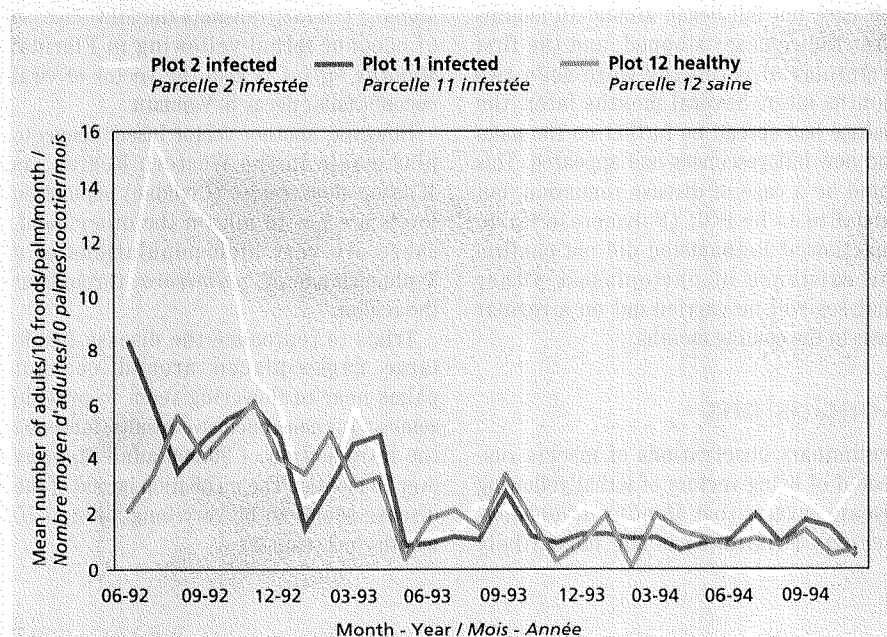


Figure 3. Adults *Myndus adiopodoumeensis* population trends on ten coconuts palms at Ayensudu (Ghana). / Evolution des populations adultes de *Myndus adiopodoumeensis* sur dix cocotiers à Ayensudu (Ghana).

Table 4. *M. adiopodoumeensis* larvae populations on Poaceae. / Populations larvaires de *M. adiopodoumeensis* sur Poaceae

Poaceae species/ Espèces de Poaceae	Average number of larvae for 100 stems per month / Nombre moyen de larves pour 100 tiges par mois
<i>Panicum maximum</i>	1.8
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	21.1
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	0.2
<i>Pennisetum polystachion</i>	0.5

levels as in healthy plots (figure 3). However, in all three plots observed, populations were low. It is worth pointing out that counting adults regularly on the accessible leaves of ten palms did not reveal any marked fluctuations in *M. adiopodoumeensis* populations (figure 3), whereas trapping with birdlimed panels tended to provide a truer picture of population variations (figures 1 and 2).

M. adiopodoumeensis host plants

M. adiopodoumeensis can develop on: *Pennisetum polystachion*, *Sporobolus pyramidalis* (Linnaeus) Schultes, Palisot de Beauvois, *Paspalum scrobiculatum* L., *Panicum maximum* Jacquin and *Rottboellia cochinchinensis* (Loureiro) Clayton, all in the Poaceae family, *Mariscus cylindristachyus* Steudel (Cyperaceae), *Commelina brateosa* (Commelinaceae), *Syndedrella nodiflora* Geartner and *Aspilia africana* (Persoon) C. Adams subsp. *africana*, Asteraceae (determined by M. Merlier, CIRAD, Montpellier).

M. adiopodoumeensis is therefore highly polyphagous and this may explain why in fields without *P. maximum*, the recognised host plant, numerous *M. adiopodoumeensis* were found. *M. adiopodoumeensis* was also found in very few cases on *Chromolaena odorata*.

M. adiopodoumeensis larva populations were analysed for 13 months on 4 Poaceae species, and table 4 shows that *Rottboellia cochinchinensis* harboured a greater number of larvae than *Panicum maximum*, *Paspalum* and *Pennisetum*.

M. adiopodoumeensis females therefore need a secondary host for egg-laying. The larvae develop in around 18 days. It has not yet been possible to estimate larval instar duration, due to the high mortality seen under rearing conditions.

Variation in *M. adiopodoumeensis* population densities depending on height

Very few *M. adiopodoumeensis* were found in the top of the crown (17 adults on frond 1). In general, more *M. adiopodoumeensis* occurred in the middle (104 adults collected on frond 6) and lowest (96 adults on frond 24) portions of the crown (table 5). The number of adult insects collected in the middle of the leaf crown (frond 6) at 6:00 am was double that at midday or 6:00 pm. The species does not seem to have very marked positive phototropism. Moreover, it has a certain preference for shady spots, where the leaflets are inserted on the

Table 5. Insects collected depending on leaf rank. / Insectes collectés suivant le rang de la feuille.

5 fronds/9 days 5 palmes /9 jours	Frond 1/ 1 ^{re} palme	Frond 6/ 6 ^e palme	Frond 24 / 24 ^e palme	Total/time / Total/moment
6:00 am/ 6 h	3	55	24	82
Midday/ 12 h	7	26	36	69
6:00 pm/ 18 h	7	23	36	66
Total/level /Total/niveau	17	104	96	

Table 6. *M. adiopodoumeensis* egg-laying period. / Période ponte de *M. adiopodoumeensis*.

Month/ mois	Number of <i>M. adiopodoumeensis</i> larvae/month/ 100 Poaceae stems/ Nombre de larves de <i>M. adiopodoumeensis</i> /mois/ 100 tiges de Poaceae
January to May (5 months) Janvier à mai (5 mois)	1.7
June to September (4 mois) Juin à septembre (4 mois)	8.7
October to December (3 months) Octobre à décembre (3 mois)	3.5

rachis, where the temperature is probably lower, particularly on the lower fronds, which receive less sunlight.

Optimum period for *M. adiopodoumeensis* egg-laying

More larvae were observed in the rainy season from June to September than in the dry season, though larvae can be found throughout the year (table 6). It is very rare to find adults of the species on herbaceous plants. The females apparently need a secondary host to reproduce, but adults primarily feed on coconut palm fronds and very rarely on oil palm.

Disease reproduction trial in large cages

From the end of October 1993 onwards, the coconut palms were left in the open. On one

of the four palms on which *Myndus* were released, nut fall began around 10 months after the releases stopped, and the first symptoms of yellowing were seen two months later. Several months later, the disease had spread no further on the palm and new inflorescences had appeared. This could be a case of disease remission, but initial tests by PCR (Polymerase Chain Reaction) at Rothamsted did not confirm the existence of phytoplasma. Other analyses will be carried out on a regular basis in the coming months.

Conclusions

Preliminary observations of insects suspected of being vectors of lethal yellowing disease suggest that *Myndus adiopodoumeensis* (Cixiidae) is the most likely

candidate in the Central Region. Biological studies show that it needs a secondary host (generally a grass) to breed, and it only uses coconut palms to feed. It has only very slight positive phototropism, and prefers to stay at the point of leaflet insertion on lower and middle fronds. It is more attracted by blue panels than by yellow. Population levels are low in the dry season (February-March) and in the short rainy season (July to October).

These observations were begun because of the vector role found to be played by two other species of the same genus. In fact, *Myndus crudus* transmits the MLO disease of coconut lethal yellowing in Florida. *Myndus taffini* is also the vector of viral coconut foliar decay in Vanuatu.

However, another vector insect seems to play a role in the Western Region, as *M. adiopodoumeensis* (Cixiidae) population levels are low to nil. On the other hand, there are very high populations of a Typhlocybinae, *N. palmivora*, throughout the region.

Trials to reproduce the disease inside large cages placed around coconut palms near to flowering seem to provide some as yet non-conclusive results, following the introduction of 20,000 adult *Myndus* over 16 months. The incubation period of the disease seems to be very long: around 10 months to 2 years. ■

References / Bibliographie

- HOWARD F.W., NORRIS R.C., THOMAS D.L., 1983. Mise en évidence de la transmission de l'agent du jaunissement mortel du cocotier par *Myndus crudus* (Homoptera : Cixiidae). Trop. Agric. 60 (3) : 168-171.
- JULIA J.F., 1982. *Myndus taffini* (Homoptera, Cixiidae), vecteur du dépérissement foliaire des cocotiers au Vanuatu. Oléagineux 37 (8-9) : 409-414.
- TYMON A., JONES P., EDEN-GREEN S.J., 1993. Detection and discrimination of mycoplasma-like organisms (MLO) associated with coconut lethal yellowing and other diseases. Rothamsted, Grande-Bretagne, N.R.I., project A0282 final technical report R1970 (S), 21 p. (document interne).
- WILSON M.R., 1987. African Derbidae (Homoptera, Fulgoroidea) : taxonomic notes with descriptions of new species collected mainly from coconut. J. Nat. Hist. 21 : 567-595.
- WILSON, M.R. 1987. The Auchenorrhyncha (Homoptera) associated with palms. In : Proceedings of the 2nd international workshop on leafhoppers and planthoppers of economic importance, Provo, Etats-Unis, 28 juillet-1^{er} août 1986, M.R. Wilson et L.R. Nault éd., Londres, Grande-Bretagne, CAB International Institute of Entomology, p. 327-342.
- WILSON M.R., 1988. Records of Homoptera Auchenorrhyncha from palms and association with disease in coconut. Oléagineux 43 (6) : 247-253.

Les auchénorrhynches (homoptères), vecteurs supposés du jaunissement mortel du cocotier au Ghana *

Dery K. S. ¹, Philippe R. ², Mariau D. ²

¹ Coconut Disease Project, PO Box 245, Sekondi, Ghana

² CIRAD-CP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

Le cocotier est la plus importante culture de rente de la côte du Ghana. La filière — culture, transformation, commercialisation — emploie la majorité de la population rurale de la côte dans les régions Ouest, Centre et Volta.

Dans ces communautés, on a tendance à considérer le cocotier comme « arbre de vie », car il fournit nourriture, boisson, bois de chauffe, alimentation du bétail, fibres et matériau de construction. Dans la plupart des cas, il est la seule source de revenus stables et souvent il n'a pas de substitut fiable.

Une maladie de type jaunissement mortel, connue localement sous le nom de maladie du flétrissement Cap Saint-Paul (MFCSP), a été observée depuis 1932. À partir des années 70, elle a progressé d'une manière alarmante dans les trois principales régions productrices de cocotiers, d'abord la Volta, puis l'Ouest et le Centre.

On estime que cette maladie, toujours en progression, a, jusqu'ici, détruit 35 000 ha dans la région Ouest et environ 2 000 ha dans la région centrale. Comme plus de 80 % des noix de coco sont produites par les petits planteurs, quelquefois sur des parcelles de 0,5 ha, que nombre de femmes sont impliquées dans la transformation et la commercialisation, le nombre de ménages affectés par cette maladie du cocotier dépasse 5 000.

Les auchénorrhynches (homoptères) sont un groupe d'insectes souvent signalés comme vecteurs de maladies causées par des organismes proches des mycoplasmes (OPM) (Wilson, 1987, 1988). Tymon *et al.* (1993) ont montré que la MFCSP est causée par un OPM. Howard *et al.* (1983) ont démontré que le jaunissement mortel des cocotiers en Floride est transmis par un auchénorrhynche *Myndus crudus* Van Duzee (Homoptera : Cixiidae). Dans les zones où la maladie s'étend, les observations montrent un grand nombre de représentants de ce groupe, spécialement *Myndus adiopodoumeensis* (Homoptera : Cixiidae), *Nzinga palmivora* (Homoptera : Typhlocybinae), *Diostrombus* sp., *Kamendaka* sp.,

Lydda sp., *Phenice* sp. et *Malenia* sp., tous de la famille des Derbidae (Homoptera). Julia (1982) a aussi démontré qu'une autre espèce de Cixiidae, *Myndus taffini*, transmet la maladie virale du dépérissement foliaire au Vanuatu.

La nécessité de contrôler la maladie est, ainsi, très urgente. Les travaux, présentés ici, visent à identifier le vecteur de la MFCSP, en étudiant sa biologie et son écologie et à mettre au point une méthode de lutte. La difficulté est de réduire à un nombre raisonnable de vecteurs probables, le grand nombre d'espèces associées aux cocotiers.

Matériel et méthodes

Suivi des populations d'homoptères

Des pièges englués (bleu, jaune et vert) ont été suspendus dans les couronnes foliaires des cocotiers à une hauteur moyenne (8 à 9 m). Les pièges sont visités toutes les deux semaines et les auchénorrhynches attrapés sont collectés, identifiés et comptés. L'étude est effectuée dans les régions centrale et occidentale du Ghana. Dans la région Ouest, deux types de pièges bleu et jaune sont utilisés et deux parcelles, une saine à Agona Jonction et l'autre infectée à Dixcove, ont été choisies pour l'étude.

À Ayensudu, dans la région centrale, deux types de pièges sont mis en place : des panneaux en contreplaqué (30 cm x 15 cm) peints en jaune et les mêmes, peints en bleu. Ces pièges sont fabriqués en étalant la glu sur les panneaux. Pour éviter que les folioles et autres débris ne se collent aux panneaux, une bande de grillage à mailles larges a été mise autour de chaque panneau. Les pièges sont alors hissés dans le milieu du feuillage avec une corde qui sert ensuite au cours des inspections successives.

Financement

Le projet, commencé en mars 1992, avec un financement de la Banque mondiale (projet de développement du palmier à huile - phase II - CR 1493 GH), se poursuit avec un programme science et technologie (STD3) de l'Union européenne (Contrat TS3* CT92 - 0055).

Fluctuations des populations de *M. adiopodoumeensis* et des autres homoptères

Etude par piégeage

Deux parcelles ont été sélectionnées : une dans une zone infectée avec environ 20 % d'arbres malades et une dans une zone saine. Dans chaque parcelle, trois pièges jaunes ont été suspendus sur trois cocotiers et les insectes sont comptés toutes les deux semaines.

Etude des adultes par comptage

Dix cocotiers sont choisis dans trois parcelles : une à infection modérée (infection à 3 %), une au début de la maladie (infection à 1 %) et une parcelle saine (sans infection). Les comptages de *M. adiopodoumeensis* ont lieu toutes les deux semaines sur toutes les palmes accessibles des cocotiers choisis (photo 1).

Plantes hôtes de *M. adiopodoumeensis*

Un cadre d'1 m² est placé au hasard sur le sol dans un champ. Toutes les poacées à l'intérieur du cadre sont déterrées et groupées dans des boîtes suivant les espèces. Les bases des tiges et les racines sont ensuite examinées pour chercher les oeufs et les nymphes (photo 2) de *M. adiopodoumeensis*. Ceci est répété chaque mois de l'année.

Variation de la densité de population de *M. adiopodoumeensis* en relation avec le niveau du feuillage

Cinq cocotiers sont choisis dans une zone infectée. Un échafaudage a été dressé auprès de chaque arbre de façon à atteindre toutes les palmes retenues : la nouvelle feuille fraîchement épanouie, une feuille du niveau moyen (environ feuille 6) et la palme la plus basse. Les populations de *M. adiopodoumeensis* sont comptées à 6 h du matin, à midi et à 6 h du soir, sur ces palmes, pendant trois jours consécutifs. Ceci est répété dans deux parcelles différentes pendant neuf jours.

Période de ponte optimale chez *M. adiopodoumeensis*

Dans l'étude des plantes hôtes, on a observé que *Panicum maximum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Paspalum scrobiculatum* et *Pennisetum*

*Cet article a fait l'objet d'un exposé présenté au séminaire sur le jaunissement mortel du cocotier qui s'est tenu à Elmina (région centrale) au Ghana du 5 au 10 novembre 1995.

polystachion sont les favoris de cette espèce. Le mois de ponte optimal chez *M. adiopodoumeensis* a été étudié en utilisant ces herbes. Chaque mois, quatre touffes de chaque graminée sont déterrées et placées dans une caisse en bois, les racines et les bases des tiges de celles-ci sont alors examinées pour rechercher les larves de *M. adiopodoumeensis*. Le nombre de tiges de graminées et de larves est compté.

Essai de reproduction de la maladie

Six grandes cages (6,5 m x 6,5 m x 7 m) ont été installées autour de six cocotiers proches de la floraison. Leurs armatures sont constituées de fer cornière métallique et de chevrons (5 cm x 5 cm) en bois rouge. Le grand manchon est fabriqué avec des bandes de toile Filtis à mailles très fines. Un solide haubanage est nécessaire pour la résistance au vent. La porte d'entrée de la cage a été réalisée à l'aide de bande Velcro.

À l'intérieur de chaque cage, un désherbage manuel a été réalisé ainsi qu'un traitement insecticide par thermonébulisation. Les lâchers d'insectes ont débuté un mois après le traitement. Deux jeunes cocotiers, âgés de un à deux ans, ont été disposés dans chaque cage, ainsi que quatre touffes de *Panicum maximum*. On a réservé quatre grandes cages pour les introductions de *Myndus* et deux pour les lâchers des autres homoptères qui se composent surtout de *Derbidae*.

Dans chaque cage, 1 000 à 2 000 insectes adultes ont pu être lâchés en 2 à 4 collectes par mois. Ainsi, de juin 1992 à octobre 1993, environ 20 000 *Myndus* adultes ont été introduits dans chaque cage. Il en est de même pour les autres homoptères.

Résultats et discussion

Suivis des populations d'homoptères

Le tableau 1 montre le nombre d'auchénorrhynches attrapés sur pièges bleus à Dixcove et à Agona Junction (région Ouest). *Nzinga palmivora* est prédominant. En général, les populations d'auchénorrhynches sont basses au début des pluies, en avril-mai, très basses au milieu de la saison pluvieuse et élevées au commencement de la saison sèche. Le nombre d'auchénorrhynches capturés à Dixcove, parcelle infectée par la maladie, est plus important que dans une parcelle encore indemne de maladie, à Agona Junction. Cependant, les piégeages montrent clairement, mais paradoxalement, que *M. adiopodoumeensis* est presque inexistant à Dixcove où la maladie a déjà détruit 90 % des cocotiers. Ce phénomène est plus ou moins généralisé dans la région Ouest, sauf dans une parcelle où environ dix individus de cette espèce ont été trouvés.

À Ayensudu (région centrale), on note que les pièges bleus attrapent plus de *M. adiopodoumeensis* tandis que les pièges jaunes capturent davantage des autres homoptères, mais la différence n'est pas significative (tableau 2). Les observations au champ montrent que plus de *Derbidae* sont collectés sur les arbres malades (feuilles jaunes) et plus de *M. adiopodoumeensis* sur les cocotiers sains (tableau 3). Ceci laisse supposer que *M. adiopodoumeensis*, soit quitte les palmes jaunies dont l'état physiologique n'est plus satisfaisant pour son alimentation, soit est attiré par la couleur verte des palmes.

■ Populations d'homoptères des cocoterales

Les plus abondantes espèces d'homoptères dans les cocoterales sont déterminées par échantillonnage avec un filet fauchoir et par ramassage manuel avec des tubes à essai.

Myndus adiopodoumeensis (Cixiidae)
Nzinga palmivora (Typhlocybinae)
Diostrombus nitidus ; *D. luteus* ; *D. dilatatus* (*Derbidae*)
Kamendaka hargreavesi ; *K. hyalina* ; *K. elaeis* ; *K. pseudalbomaculata* (*Derbidae*)
Patara sp. ; *Proutista fritillaris* (*Derbidae*)
Lydda sp. ; *L. hargreaves* (*Derbidae*)
Phenice stellulata ; *Malenia aburiensis* (*Derbidae*)
Locris maculata (*Cercopidae*)
Clovina minuta ; *Poophilus* sp. (*Aphrophoridae*)
Numicia sp. (*Tropiduchidae*)
Nisia sp. ; *Meenoplus* sp. (*Meenoplidae*)
Hilda sp. (*Tettigometridae*)
Ricaniidae, *Achilidae* et *Typhlocybinae* non encore identifiés (déterminations par M. R. Wilson, musée national du Pays de Galles, Cardiff et J. Bonfils, Hérault, France).

Fluctuations des populations de *M. adiopodoumeensis* et des autres homoptères

Piégeage

Les figures 1 et 2 montrent les variations des populations de cette espèce et des autres homoptères sur une période d'un an. Dans une parcelle encore saine à Ayensudu (région centrale), le nombre moyen de *Myndus* par piège et par mois (0,54) est le tiers de celui d'une parcelle infectée (1,84), alors que l'inverse se réalise pour les autres homoptères qui sont 1,3 fois plus nombreux dans une parcelle saine : 11,74 contre 8,81 dans une parcelle infectée. Ceci augmente la suspicion que *M. adiopodoumeensis* est le vecteur de la maladie.

La figure 1 révèle deux périodes creuses avec de faibles populations de *M. adiopodoumeensis* dans chacune des parcelles observées : une en

février-mars (saison sèche) et l'autre en juillet-octobre (courte saison des pluies).

Les populations des autres homoptères fluctuent d'une manière différente : on note, à partir de janvier, une baisse des populations, tant dans la parcelle saine que dans celle infectée. Elles augmentent à nouveau à partir de septembre (figure 2).

Comptage des adultes

Au début de la gradation de la maladie, les populations de *M. adiopodoumeensis* sont plus importantes dans les parcelles contaminées que dans les parcelles encore saines. Elles baissent très sensiblement dans les parcelles infectées lorsque le pourcentage de cocotiers malades et morts devient de plus en plus important, pour fluctuer ensuite à peu près au même niveau que celles des parcelles saines (figure 3).

Toutefois, dans l'ensemble des trois parcelles observées, les populations sont faibles. On remarque aussi que la méthode de comptage périodique des adultes sur les feuilles accessibles de dix cocotiers, ne montre pas des fluctuations marquées des populations de *M. adiopodoumeensis* (figure 3) alors que le piégeage avec les plaquettes engluées tend à mieux reproduire les variations de populations (figures 1 et 2).

Plantes hôtes de *M. adiopodoumeensis*

M. adiopodoumeensis peut se développer sur : *Pennisetum polystachion* (Linnaeus) Schultes, *Sporobolus pyramidalis* Palisot de Beauvois, *Paspalum scrobiculatum* L., *Panicum maximum* Jacquin, *Rottboellia cochinchinensis* (Loureiro) Clayton, toutes de la famille des *Poaceae*, *Mariscus cylindristachyus* Steudel (*Cyperaceae*), *Commelina brateosa* (*Commelinaceae*), *Synedrella nodiflora* Geartner et *Aspilia africana* (Persoon) C. Adams subsp. *africana*, *Asteraceae* (détermination M. Merlier, CIRAD, Montpellier).

M. adiopodoumeensis est donc très polyphage, ce qui peut expliquer pourquoi dans les champs dépourvus de *P. maximum*, la plante hôte reconnue, de nombreux *M. adiopodoumeensis* puissent être trouvés. *M. adiopodoumeensis* se rencontre dans quelques cas sur *Chromolaena odorata*.

Les populations larvaires de *M. adiopodoumeensis* ont été analysées pendant 13 mois sur quatre espèces de *Poaceae* et on peut remarquer dans le tableau 4 que *Rottboellia cochinchinensis* abrite un nombre plus important de larves que *Panicum maximum*, *Paspalum* et *Pennisetum*.

Les femelles de *M. adiopodoumeensis* ont donc besoin d'un hôte secondaire pour pondre. Les larves se développent en 18 jours environ. Il n'a pas encore été possible d'estimer les durées des stades larvaires, compte tenu de la forte mortalité dans les conditions d'élevage.